

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Химическая технология

Код, направление подготовки	s040501
Направленность (профиль)	Аналитическая химия
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Химии
Выпускающая кафедра	Химии

Типовые задания для контрольной работы 8 семестр

1. Определите концентрацию реагента А на выходе из проточного реактора идеального смешения объемом $1,2 \text{ м}^3$, если для проведения реакции $A = R + S$, кинетика которой описывается уравнением $\Delta A = 3C_A^{1,5}$, подают реагент А с начальной концентрацией $C_{A0} = 1,5 \text{ кмоль/м}^3$ и объемным расходом $3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

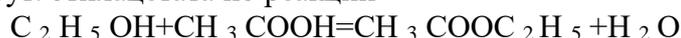
2. Определите объем реактора идеального вытеснения для проведения реакции $2A = R + S$, если константа скорости составляет $5 \text{ м}^3/(\text{кмоль} \cdot \text{ч})$, начальная концентрация реагента А $C_{A0} = 2 \text{ кмоль/м}^3$ объемный расход $12 \text{ м}^3/\text{ч}$, необходимая степень превращения $X_A = 0,75$.

3. Уксусный ангидрид подвергают гидролизу в реакторе с мешалкой, работающем в режиме полного смешения. Концентрация уксусного ангидрида в исходной смеси $0,3 \text{ моль/л}$. Степень превращения $0,7$. Объемный расход жидкости постоянен и составляет 20 л/мин . Процесс идет при большом избытке воды. Константа скорости гидролиза $0,38 \text{ мин}^{-1}$.

Определите:

1) объем единичного реактора смешения, обеспечивающий заданную степень превращения;
2) реакционный объем, требующийся для проведения того же процесса при тех же условиях в реакторе идеального вытеснения; 3) число единичных реакторов смешения, требующихся для того, чтобы общий реакционный объем приближался к объему реактора вытеснения. Ответ: 123 л , $63,5 \text{ л}$; 8.

4. Для производства 50 т/сут . этилацетата по реакции



запроектирован реактор с мешалкой периодического действия. Реакция протекает в жидкой фазе при температуре 100°C . Скорость описывается уравнением $v_A = k[C_A C_B - (C_D C_R/K)]$,

где $k = 7,93 \times 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{кмоль} \cdot \text{с})$, $K = 2,93$. Загруженный в реактор водный раствор плотностью 1020 кг/м^3 содержит 23% (масс.) кислоты и 46% (масс.) этанола и не содержит этилацетата. Плотность реакционной смеси остается неизменной на протяжении всего процесса. Заданная степень превращения кислоты 35% .

Время загрузки и разгрузки реактора 1 ч . Затем производство перевели на непрерывное, сохраняя тот же состав исходной смеси и ту же степень превращения.

Рассчитайте:

1) объем реактора при периодическом производстве;
2) какова производительность, если он будет работать непрерывно;
3) какой объем реакционной зоны необходим, если реакция проводится непрерывно в трехступенчатом реакторе смешения. Ответ: 52 м^3 ; 47 м^3 ; 14 м^3 ; 42 м^3 .

5. Определите число секций каскада реакторов идеального смешения равного объема $V = 0,5 \text{ м}^3$, необходимых для достижения степени превращения $X_A = 0,65$ при поведении реакции $A + 2B = R + 2S$, кинетика которой описывается уравнением: $v_A = k C_A^{0,5} C_B^{1,5}$, если $k = 2,5 \text{ м}^3/(\text{кмоль} \cdot \text{ч})$, $C_{A0} = 1 \text{ кмоль/м}^3$, $C_{B0} = 2 \text{ кмоль/м}^3$, при объемном расходе $10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

6. Найдите константу равновесия при температурах 500 и 2000 К для реакции $H_2O + CO = H_2 + CO_2$, если $\Delta G_{500} = -20,2 \text{ кДж/моль}$ и

$\Delta G_{2000} = 25,3 \text{ кДж/моль}$.

7. Используя правило составления кинетических уравнений сложных реакций, запишите кинетическое уравнение расчета скоростей по веществам А, В, R и M для реакции: $A+B = R+S$; $A+R=M$ при известных k_1 , k_2 , k_3 .

8. Проанализируйте зависимость дифференциальной селективности от температуры для двух параллельных реакций одинакового порядка.

9. Выведите уравнение зависимости дифференциальной селективности от концентрации реагента А для параллельных реакций, имеющих разный порядок по реагенту А.

10. Пероксид водорода, начальная концентрация которого 25,4 моль/л, каталитически разлагается. Через 10 минут в растворе остается 13,4 моль/л H_2O_2 , через 20 минут – 7,08 моль/л, а через 30 минут – 3,81 моль/л. Определите порядок реакции и константу скорости. Ответ: 0,0635 мин⁻¹.

11. Определите энергию активации окисления SO_2 до SO_3 на ванадиевом катализаторе, если константа скорости процесса равна 6,3 с⁻¹ при 455 °С, 12 с⁻¹ при 470 °С и 26,2 с⁻¹ при 490 °С.

Ответ: 191,3 кДж/моль.

12. Газовая смесь синтеза аммиака состоит из азота и водорода. Найдите отношение H_2 к N_2 , при котором скорость реакции будет максимальной. Скорость реакции синтеза аммиака описывается уравнением М.И. Темкина и В.М. Пыжева - $u = k_1 p_{N_2} (p^3_{H_2} / p^2_{NH_3})^{0,5} - k_2 (p^2_{NH_3} / p^3_{H_2})^{0,5}$.
Ответ: 3:1.

13. При протекании последовательной реакции $A=B=C$ определите момент, когда концентрация В достигает максимального значения, если $k_1 = 2k_2$.

14. Газовая смесь состоит из оксида азота (II) и воздуха. Найдите концентрацию кислорода, при которой оксид азота окисляется с максимальной скоростью, если процесс проводить при температуре 150 °С, когда процесс практически необратим, а скорость описывается уравнением $u = kC^2_{NO} C_{O_2}$.

Проведение промежуточной аттестации проходит в виде экзамена.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Химическая технология»

8 семестр

1. Химико-технологические процессы как объект управления.
2. Входные и выходные параметры системы, параметры состояния, конструкционные и управляющие параметры; функциональный оператор системы.
3. Роль химической промышленности в народном хозяйстве
4. Типичные методы совершенствования химических производств (увеличение единичной мощности, комбинирование производств, переход от периодических к непрерывным процессам, автоматизация и оптимизация, повышение качества продукции).
5. Основные показатели химико-технологического процесса.
6. Выход продукции на пропущенное и разложенное сырье, конверсия сырья.
7. Селективность интегральная и дифференциальная. Степень превращения. Значение этих показателей для характеристики промышленных процессов.
8. Производительность и интенсивность работы аппаратов.
9. Интенсивные и экстенсивные параметры технологического процесса.
10. Равновесие в технологических процессах.
11. Влияние условий проведения реакций на равновесие: температура, подвод тепла, давление, концентрация реагентов, избыток одного из реагентов, отвод продуктов из зоны реакции.
12. Термодинамические расчеты химико-технологических процессов.
13. Эксергетический анализ химико-технологических процессов, эксергетический КПД.
14. Классификация химических реакций (простые и сложные, обратимые и необратимые, классификация по молекулярности и по порядку реакций).
15. Классификация по фазовому признаку: гомогенные и гетерогенные реакции. Экзотермические и эндотермические реакции.
16. Использование законов химической кинетики при выборе технологического режима.
17. Кинетика и химическая технология. Факторы, определяющие скорости гомогенно и гетерогенно протекающих реакций.

18. Роль концентрации реагентов, температуры, давления, обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологических процессов.
19. Способы изменения скорости простых и сложных реакций. Важнейшие способы их регулирования.
20. Технологические приемы ускорения реакций. Катализ.
21. Производственные процессы с применением твердых, жидких, газообразных катализаторов.
22. Основные типы контактных аппаратов.
23. Химические реакторы. Классификация и характеристика промышленных реакторов и основные требования, предъявляемые к ним.
24. Реакторы с различными режимами движения: реактор периодического и непрерывного действия, реакторы идеального смешения и полного вытеснения, вывод основных уравнений химических реакторов.
25. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
26. Реакторы с различным тепловым режимом.
27. Диффузионные стадии гетерогенных процессов.
28. Гетерогенные некаталитические процессы в системе "газ – твердое вещество".
29. Гетерогенные процессы в системе «газ – жидкость» (газожидкостные реакции).
30. Основы разработки химических производств.
31. Постановка общей задачи разработки и создания химико-технологических систем (ХТС).
32. Использование методов и принципов системного исследования при разработке ХТС. Основные понятия и принципы системного подхода.
33. Химическое предприятие как сложная система. Общая стратегия системного исследования.
34. Основные этапы создания ХТС.
35. Классификация моделей ХТС.
36. Задачи анализа, синтеза и оптимизации ХТС.
37. Типы технологических связей.
38. Технологические принципы создания ХТС.
39. Проблемы, возникающие при разработке и эксплуатации агрегатов большой единичной мощности.
40. Энергетика в химической технологии. Концепция полного использования энергетических ресурсов.
41. Вторичные энергетические ресурсы. Энерготехнологическая система.
42. Основы энерготехнологии, ее значение и сущность.
43. Понятия о сырье, промежуточном продукте (полупродукте), готовом продукте, отходах производства.
44. Виды и классификация сырья: минеральное и органическое; твердое, жидкое и газообразное; природное и искусственное сырье.
45. Запасы сырья и способы его добычи.
46. Принципы рационального использования сырья. Комплексное использование сырья.
47. Значение переработки вторичного сырья.
48. Замена пищевого сырья синтетическим.
49. Подготовка сырья к переработке. Отходы химического производства.
50. Концепция минимизации отходов Основные принципы создания безотходных производств.
51. Экономическая эффективность безотходных производств. Состав, свойства и классификация сточных вод.
52. Классификация промышленных загрязнений биосферы. Источники загрязнения атмосферы.

Пример экзаменационного билета

Дисциплина Б1.Б.18 Базовая часть **Химическая технология**
(шифр по УП, наименование дисциплины)

Экзаменационный билет № 4

1. Рассчитать количество удаляемой влаги (W) из 25 т/ч бикарбоната натрия, если количество сухого бикарбоната (G_2) 20,7 т/ч

Тесты

- Удаление влаги из твердого влажного материала при непосредственном соприкосновении сушильного агента с материалом - процесс сушки ... 1. контактный; 2. конвективный; 3. радиационный; 4. диэлектрический
- Разделение смеси компонентов на низкокипящий и высококипящий при однократном испарении...
 - выпаривание; 2. простая перегонка; 3. ректификация; 4. экстракция
- Процесс перехода компонента из одной фазы в другую зависит ...
 - только от температуры; 2. только от концентрации; 3. только от давления
 - от поверхности соприкосновения фаз и разности концентраций компонентов в фазе
- Бинарная смесь состоит из воды ($t_{кип} = 100^{\circ}\text{C}$) и этилового спирта ($t_{кип} = 78^{\circ}\text{C}$). Какой компонент является низкокипящим?
 - вода; 2. этиловый спирт; 3. оба компонента; 4. ни тот, ни другой
- Фазовое равновесие массообменных процессов характеризует ...
 - равенство концентраций компонентов в фазах
 - равенство скоростей перехода компонентов из одной фазы в другую; 3. равенство температур;
 - равенство давлений
- Десорбция – это переход компонента из жидкой фазы в
 - твердую; 2. Жидкую; 3. паровую; 4. твердую и жидкую
- Тарелки (ситчатые, решетчатые, колпачковые, клапанные) применяют в колоннах ...
 - насадочных; 2. барботажных; 3. пленочных; 4. распылительных
- Часть дистиллята, возвращаемая на орошение в ректификационную колонну, называется ...
 - кубовый остаток; 2. флегма; 3. сырье; 4. дистиллят
- Самый высокий коэффициент полезного действия, равный 0,9 соответствует барботажной тарелке
 - колпачковой; 2. ситчатой; 3. решетчатой; 4. клапанной
- Диффузионный критерий характеризует отношение скорости переноса вещества конвективной и молекулярной диффузией к молекулярному переносу
- Выражение для диффузионного критерия Нуссельта
 - $Nu = \beta l / D$; 2. $Nu = -\beta l / D$; 3. $Nu = D / \beta l$; 4. $Nu = -D / \beta l$; 5. $Nu = D \beta l$
- Диффузионный критерий характеризует условия подобия неустановившихся процессов теплоотдачи
- Диффузионный критерий Фурье является аналогом
 - критерия гомохронности; 2. теплового критерия Фурье; 3. критерия Рейнольдса
 - критерия Фруда; 5. критерия Эйлера
- Выражение для диффузионного критерия Фурье
 - $Fo = D \tau / l^2$; 2. $Fo = D^2 \tau^2 / l$; 3. $Fo = - D \tau / l^2$; 4. $Fo = - D^2 \tau^2 / l$
- Диффузионный критерий характеризует соотношение между интенсивностью переноса вещества
- Диффузионный критерий характеризует подобие физических свойств